



ГОСТ ОБОБЩЕННЫЙ
СТАНДАРТ
ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

СОЕДИНЕНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ ВАКУУМНО-ПЛОТНЫЕ

ТИПЫ И ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ

ОСТ4 ГО.010.033

Редакция 1—73

Издание официальное

Удобрение 1987г

1973

③ Проверен в 1983г.

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

Срок действия стандарта неограничен

СОЕДИНЕНИЯ
МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ
ВАКУУМНО-ПЛОТНЫЕ

ОСТ4 ГО.010.033
Редакция 1-73

Типы и основные размеры

Директивным письмом организации от 15 марта 1973 г.
№ 22-108/19/151 срок ~~введения~~ ^{вступления} в действие с 1 января
1974 г. ^{до 1 января 1984 г.}

Настоящий стандарт устанавливает типовые конструкции и основные размеры металлокерамических вакуумно-плотных соединений и сочетания материалов для их изготовления.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. В стандарте приводятся следующие типовые конструкции металлокерамических соединений:

- торцевая;
- охватывающая цилиндрическая;
- охватывающая конусная;
- штырьковая.

1.2. Прочность и надежность металлокерамических соединений зависит от их размеров и конфигурации, физико-механических свойств соединяемых материалов и способа изготовления соединения. Влияние размеров и конфигурации рассматривается в разделе 2, влияние физико-механических свойств соединяемых материалов и способа изготовления - в приложении 1 настоящего стандарта.

1.3. Технология изготовления металлокерамических соединений устанавливается ОСТ4 ГО.054.064-85

1.4. Шероховатость поверхностей металлических и керамических деталей, идущих под соединение, должна быть от 5 до 7-го класса, ~~смазываемость поверхностей~~
~~01,8 до 0,6 мкм по ГОСТ 2518-73.~~

1.5. Расстояние от места соединения керамики с металлом до места последующего присоединения металла к металлу не должно быть менее 10 мм.

1.6. Металлокерамические соединения, изготовленные с применением металлического припоя (активная пайка, пайка предварительно металлизированной керамики), изображаются на чертежах как паяные соединения по ГОСТ 2.313-82. - (4) -

1.7. Соединения, изготовленные с помощью глазури, на чертежах изображаются как клеевые соединения по ГОСТ 2.313-88.

1.8. Соединения, изготовленные термомпресссионной сваркой, изображаются на чертежах как сварные соединения по ГОСТ 2.312-72.

1.9. Способ изготовления металлокерамического соединения указывается в технических требованиях. Например: "Соединения выполнить термомпресссионной сваркой".

Выбор способа изготовления производится после выбора конструкции и материала на основе данных приложения 1 настоящего стандарта.

1.10. Примеры оформления чертежей на металлокерамические соединения приводятся в приложении 2 (черт. А-5).

1.11. Материалы для изготовления вакуумно-плотных металлокерамических соединений приведены в приложении 3.

2. ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

2.1. Торцевая конструкция

2.1.1. Торцевая конструкция металлокерамического соединения представляет собой сочленение керамической и металлической детали по плоскости. В силу этого она требует либо согласованности коэффициентов термического расширения керамики и металла, либо определенных условий соединения.

2.1.2. В случае соединения несогласованных по тепловому расширению материалов для равномерного (симметричного) распределения напряжений в торцевом соединении применяют компенсатор-кольцо из керамики или металла с тем же коэффициентом термического расширения, что у основной керамической детали.

2.1.3. Допускается соединение несогласованных по тепловому расширению материалов без компенсатора, если металлическая деталь тонкая (в среднем около 0,5 мм) и выполнена из металла с низким модулем упругости (меди, титана), а керамическая деталь сравнительно массивная (толщина стенки не менее 2 мм, высота не менее 3 мм).

2.1.4. Типовые торцевые конструкции металлокерамических соединений приведены на черт.1. Конструктивные размеры соединений выбираются по табл.1 и 2.

2.1.5. Для торцевых конструкций основным размером является толщина металла в зоне спая.

2.1.6. Для торцевой конструкции с металлической манжетой в виде чашечки (см. черт. 1, б) и для соединения керамического диска с металлической манжетой (см. черт.1, а) толщину металла в зоне спая необходимо брать по минимальным табличным значениям. Для медных деталей она должна быть равной 0,5 мм.

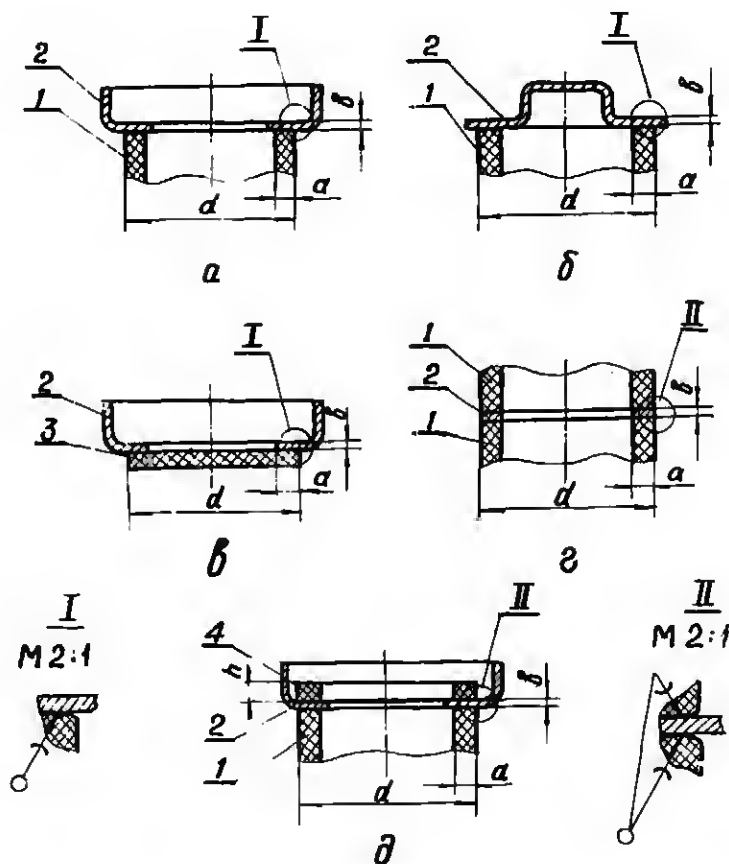
Т а б л и ц а 1

Размеры конструктивных элементов
торцевых некомпенсированных металлокерамических
соединений, мм

Ме- талл	Диаметр спая, d	Ширина зоны спая, a	Толщина металла в зоне спая, δ	Способ соединения
Медь МО6	От 10 до 25 Св.25 " 50 " 50 " 75 " 75 " 100	От 1 до 4 " 3 " 8 " 5 " 11 " 7 " 14	От 0,2 до 0,4 " 0,3 " 0,6 " 0,4 " 0,8 " 0,6 " 1,0	Пайка ме- таллизиро- ванной ке- рамики
Титан BT1-0	От 5 до 20 Св.20 " 50	От 1,5 до 3 " 2 " 5	От 0,3 до 0,5 " 0,4 " 0,6	Активная пайка
Сплав 38НХД	От 5 до 20 Св.20 " 40	От 1,5 до 4 " 2 " 6	От 0,3 до 0,5 " 0,4 " 0,6	

П р и м е ч а н и е. В указанных пределах вели-
чин меньшим значениям диаметра спая соответствуют
меньшие значения ширины зоны спая и толщины метал-
ла в зоне спая.

Типовые торцевые конструкции металлокерамических
соединений



а, б, в - некомпенсированные конструкции;
г, д - компенсированные конструкции

1 - керамическое кольцо; 2 - металлическая манжета;
3 - керамический диск; 4 - керамический компенсатор

Черт.1

Т а б л и ц а 2

Размеры конструктивных элементов
торцевых компенсированных металлокерамических
соединений, мм

Ме- талл	Диаметр спая, d	Ширина зоны спая, a	Толщина металла в зоне спая, δ	Способ соединения
Медь М06	От 10 до 150	От 0,2 до 6,0	От 0,3 до 0,6	Термоком- прессионная сварка
	От 10 до 75 Св. 75 до 100 " 100 до 150	От 1,5 до 6,0 " 5,0 " 8,0 " 6,0 " 10,0	От 0,5 до 0,7 " 0,5 " 0,8 " 0,5 " 1,0	Пайка ме- таллизиро- ванной кера- мики
Сплав 28НЖ	От 10 до 25 Св. 25 " 50 " 50 " 75 " 75 " 100	От 1,5 до 4,0 " 4,0 " 6,0 " 5,0 " 8,0 " 5,0 " 10,0	От 0,3 до 0,4 " 0,3 " 0,5 " 0,4 " 0,5 " 0,4 " 0,5	Пайка ме- таллизиро- ванной кера- мики
	От 10 до 75	От 2,0 до 6,0	От 0,3 до 0,5	Термо- компресси- онная свар- ка
Титан ВТ1-0	От 10 до 25 Св. 25 " 50 " 50 " 75	От 1,5 до 4,0 " 3,0 " 6,0 " 3,0 " 8,0	От 0,6 до 0,8 " 0,6 " 1,0 " 0,8 " 1,2	Активная пайка
Сплав 38НЖД	От 25 до 50	От 2,0 до 6,0	От 0,6 до 1,0	

Примечания: 1. В случае необходимости допускается увеличение толщины медной манжеты в зоне спая δ до 1,5 мм при диаметре d от 40 до 75 мм и до 2,5 мм при диаметре d от 75 до 150 мм.

2. В указанных пределах величин меньшим значениям диаметра спая соответствуют меньшие значения ширины зоны спая и толщины металла в зоне спая.

2.1.7. Высота керамического компенсатора h рассчитыывается по формуле

$$h \geq 0,5 \sqrt{a \frac{d}{2}}$$

где a - ширина зоны спая;
 d - условный диаметр спая.

2.1.8. Неплоскостность манжет и керамики для соединений диаметром до 75 мм не должна быть более 0,05 мм, а для соединений диаметром свыше 75 мм - более 0,07 мм. Непараллельность торцов керамики для паяных соединений диаметром до 75 мм не должна быть более 0,05 мм, для соединений диаметром свыше 75 мм - более 0,1 мм. Непараллельность торцов керамики для сварных соединений не должна быть более 0,05 мм.

2.1.9. На керамических деталях в месте спая следует делать фаску под углом 45° размером 0,5 мм.

2.1.10. Торцевые некомпенсированные конструкции используют при отсутствии нагрузок или при малых механических и тепловых нагрузках на соединение. В остальных случаях следует применять компенсированные конструкции, отличающиеся большей прочностью и термостойкостью.

2.1.11. В торцевых конструкциях припой используют либо в виде фольги, помещаемой между соединяемыми деталями, либо в виде проволоки, располагаемой по периметру шва.

2.1.12. Торцевые конструкции применяются при изготовлении токовых вводов, волноводных окон, выводов энергии и пр.

2.2. Охватывающая цилиндрическая конструкция

2.2.1. Охватывающая цилиндрическая конструкция представляет собой сочленение по боковой поверхности двух цилиндров: наружного металлического и внутреннего керамического.

2.2.2. Для охватывающей цилиндрической конструкции необходимо, чтобы коэффициент термического расширения металла был несколько больше, чем у керамики.

2.2.3. Не рекомендуется применять для изготовления охватывающих конструкций металлы, сильно отличающиеся от керамики по коэффициенту термического расширения и обладающие одновременно малой пластичностью (высокие модуль упругости и предел текучести).

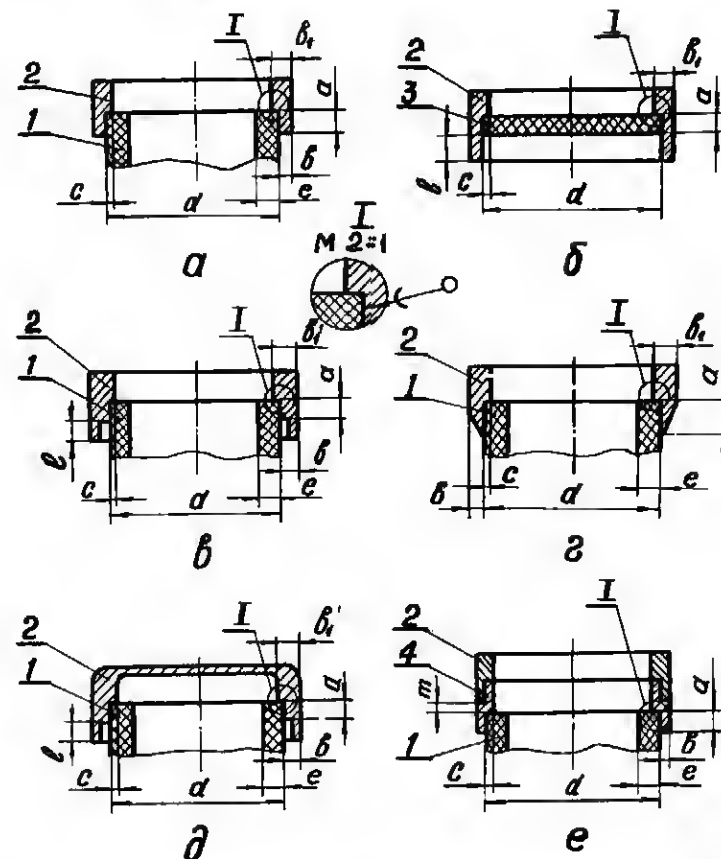
2.2.4. Типовые охватывающие цилиндрические конструкции металлокерамических соединений показаны на черт.2. Конструктивные размеры соединений выбираются по табл.3, а размеры соединения, показанного на черт. 2, б - по табл.4.

2.2.5. Охватывающие цилиндрические конструкции следует применять для изготовления соединений диаметром не более 80 мм.

2.2.6. Для охватывающих цилиндрических конструкций основными размерами являются толщина керамики и металла в зоне спая и ширина зоны спая.

2.2.7. Для фиксации керамического цилиндра относительно металлического в последнем следует делать расточку с величиной "ступеньки" C от 0,2 до 0,3 мм (см. черт.2).

Типовые охватывающие цилиндрические конструкции металлокерамических соединений



а и б - простейшие конструкции; в - конструкция с компенсирующим концом; г - конструкция с фаской; д - конструкция с металлической манжетой в виде колпачка; е - двойная охватывающая конструкция

1 - керамический цилиндр; 2 - металлическая манжета
3 - керамический диск; 4 - титановая втулка

Черт.2

Размеры конструктивных элементов охватывающих цилиндрических
металлокерамических соединений,

мм

Металл	Диаметр спая, <i>d</i>	Ширина зоны спая, <i>a</i>	Толщина ме- талла в зоне спая, <i>δ</i>	Толщина стен- ки керамичес- кого цилиндра, <i>δ</i>	Способ соеди- нения
Сплав 28НЖ	От 5 до 10	От 2,0 до 2,5	От 0,3 до 0,5	От 1,5 до 2,5	Пайка металлизированной керамики
	Св. 10 " 25	" 3,0 " 4,0	" 0,3 " 0,5	" 2,0 " 4,5	
	" 25 " 50	" 4,0 " 6,0	" 0,5 " 0,8	" 3,0 " 6,0	
	" 50 " 75	" 5,0 " 7,0	" 0,8 " 1,0	" 4,0 " 8,0	
Сплав 47НД	От 5 до 10	От 2,0 до 2,5	От 0,3 до 0,5	От 1,5 до 2,5	
	Св. 10 " 25	" 2,0 " 4,0	" 0,5 " 0,8	" 2,0 " 4,5	
	" 25 " 50	" 3,0 " 5,0	" 0,8 " 1,2	" 3,0 " 6,0	
Медь МО 6	От 5 до 10	От 2,0 до 2,5	0,5	От 1,5 до 2,5	
	Св. 10 " 25	" 3,0 " 4,0	От 0,5 до 0,7	" 2,0 " 4,5	
Сталь	От 5 до 10	От 2,0 до 2,5	От 0,2 до 0,3	От 1,5 до 2,5	

Продолжение

Металл	Диаметр спая, <i>d</i>	Ширина зоны спая, <i>a</i>	Толщина ме- талла в зоне спая, <i>δ</i>	Толщина стен- ки керамичес- кого цилиндра, <i>δ</i>	Способ соеди- нения
Титан BT1-0	От 5 до 10	От 2,0 до 3,0	От 0,8 до 1,0	От 1,5 до 2,5	Активная пайка
	Св. 10 " 25	" 3,0 " 4,0	" 1,5 " 2,5	" 2,0 " 4,5	
	" 25 " 50	" 3,0 " 5,0	" 2,0 " 3,0	" 3,0 " 6,0	
	" 50 " 75	" 4,0 " 6,0	" 2,0 " 3,0	" 4,0 " 6,0	
Сплав 38НЖД	От 5 до 10	От 2,0 до 3,0	От 0,5 до 0,8	От 1,5 до 2,5	
	Св. 10 " 25	" 3,0 " 4,0	" 0,8 " 1,2	" 2,0 " 4,5	
	" 25 " 50	" 3,0 " 5,0	" 1,0 " 1,5	" 3,0 " 6,0	
	" 50 " 75	" 4,0 " 6,0	" 1,0 " 1,5	" 4,0 " 6,0	

П р и м е ч а н и я: 1. В указанных пределах величин меньшим значениям диаметра спая соответствуют меньшие значения ширины зоны спая и толщины металла в зоне спая.

2. Для титана толщина металла вне зоны спая δ_1 должна быть в 1,5 раза меньше толщины металла в зоне спая δ . Для других металлов $\delta_1 = \delta$.

Т а б л и ц а 4

Размеры конструктивных элементов охватывающих соединений металлического цилиндра с керамическим диском,
мм

Металл	Диаметр спая, d	Ширина зоны спая, a	Толщина металла в зоне спая, b	Способ соединения
Сплав 29НК	От 5 до 10 " 10 " 25 " 25 " 50	От 2 до 4 " 2 " 5 " 3 " 6	0,3 0,5 От 0,5 до 1,0	Пайка металлизированной керамики
Медь МС6	От 5 до 10 Св.10 " 50	От 2 до 4 " 2 " 6	0,5 От 0,5 до 0,8	
Сталь х10Н10Т	От 5 до 40	От 2 до 6	От 0,2 до 0,5	
Титан BT1-0	От 5 до 10 Св.10 " 25 " 25 " 50	От 2 до 6 " 2 " 5 " 3 " 6	0,5 От 0,8 до 1,0 1,0	Активная пайка

Примечания: 1. В указанных пределах величины меньшим значениям диаметра спая соответствуют меньшие значения ширины зоны спая и толщины металла в зоне спая.

2. Для титана толщина металла вне зоны спая b_1 должна быть в 1,5 раза меньше толщины металла в зоне спая b . Для других металлов $b_1 = b$.

3. Разрешается конструктивное оформление охватывающего цилиндрического соединения в виде сочленения керамического диска толщиной более 1 мм с массивной титановой деталью, имеющей толщину металла в зоне спая выше, чем указано в таблице, при условии симметричного расположения диска относительно оси титановой детали.

2.2.8. С целью уменьшения напряжений и повышения надежности охватывающей цилиндрической конструкции рекомендуется на металлическом цилиндре иметь фаску (см.черт.2,г) или компенсирующий конец (см.черт.2,б,в,д), длина которого

$$l = 0,5 \sqrt{b \frac{d}{2}},$$

где b - толщина металла в зоне спая;
 d - диаметр спая.

2.2.9. Для удобства сборки металлической детали с керамической на последней следует делать фаску под углом 45° размером 0,5 мм.

2.2.10. Для соединений, в которых металлическая деталь имеет форму колпачка (см.черт.2, д), следует использовать пластичные металлы с коэффициентом термического расширения, близким к керамике.

2.2.11. Двойную охватывающую цилиндрическую конструкцию (см.черт.2,е) следует применять для присоединения мажета из железоникелевых сплавов (29НК, 47НД) к керамике через титановую втулку методом активной пайки. Расстояние m между керамикой и мажетой не должно быть менее 1 мм при d от 10 до 25 мм и менее 3 мм при d от 25 до 50 мм.

2.2.12. Посадки, обеспечивающие получение вакуумноплотных охватывающих цилиндрических конструкций, приведены в приложении 4.

2.2.13. В охватывающих цилиндрических конструкциях припой используют в виде проволоки, располагаемой по периметру шва свободно или в технологической канавке, выточенной в металлическом цилиндре. Ширина канавки должна быть равна диаметру припоя, а глубина - на 0,1 мм больше.

2.2.14. Охватывающие цилиндрические конструкции применяются при изготовлении токовых вводов, выводов энергии, волноводных окон и пр.

2.3. Охватывающая конусная конструкция

2.3.1. Охватывающая конусная конструкция представляет собой сочленение по конической поверхности двух деталей: наружной металлической и внутренней керамической.

2.3.2. Охватывающие конусные конструкции следует применять для материалов с большой разницей в коэффициентах термического расширения, особенно при больших диаметрах соединения.

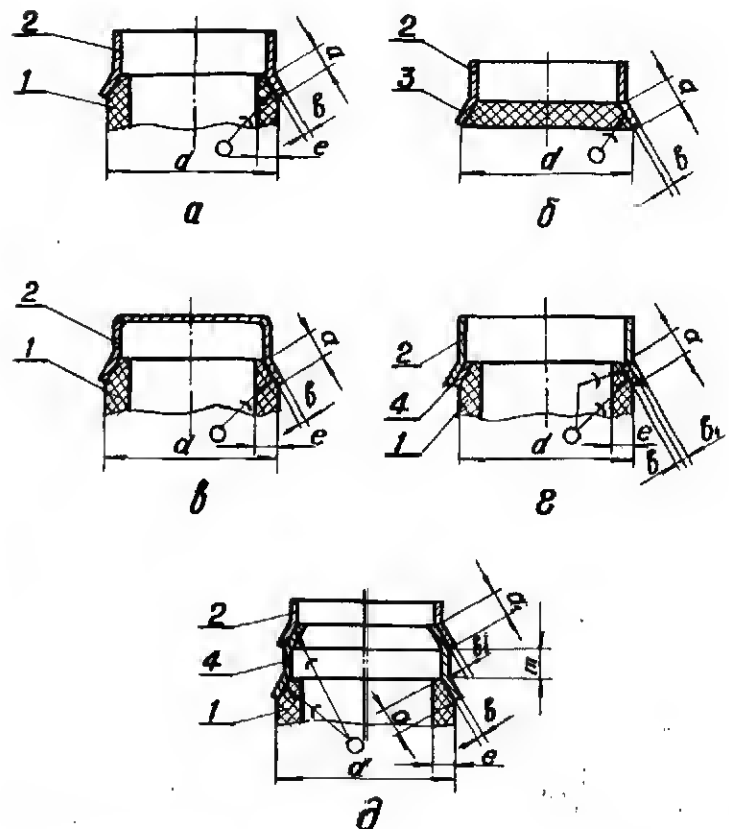
2.3.3. Угол при вершине конуса должен находиться в пределах от 10° до 30° .

2.3.4. Типовые охватывающие конусные конструкции металлокерамических соединений приведены на черт.3. Конструктивные размеры соединений выбираются по аналогии с охватывающими цилиндрическими конструкциями (см.табл.3 и 4).

2.3.5. Для охватывающих конусных конструкций основными размерами являются толщина керамики и металла в зоне спая и ширина зоны спая.

2.3.6. Двойная охватывающая конусная конструкция рекомендуется для присоединения металлов к керамике через титановую втулку методом активной пайки. Толщину металла в зоне спая (см.черт.3, г и д) следует брать от 1 до 2 мм. При этом для металлов с низким модулем упругости (медь и т.п.) следует выбирать конструкцию, приведенную на черт.3, г, а для металлов с большим модулем упругости (сталь ~~железо~~ и т.п.) - приведенную на черт.3, д. Расстояние между швами не должно быть менее 5 мм.

Типовые охватывающие конусные конструкции металлокерамических соединений



а и б - простейшие конструкции; в - конструкция с металлической манжетой в виде колпачка; г и д - двойные охватывающие конструкции

1 - керамический цилиндр; 2 - металлическая манжета;
3 - керамический диск; 4 - титановая втулка

Черт.3

2.3.7. При конструировании двойных охватывающих конусных соединений величина $\alpha, \approx \alpha$, а величина $\beta, \leq \delta$ (см. черт.3, г, д).

2.3.8. Если диаметр спая охватывающей конусной конструкции больше, чем указанные в табл.3 и 4, то толщину металла в зоне спая берут от 1 до 1,5 мм, а ширину зоны спая оставляют в пределах, указанных в таблице для наибольших диаметров спая.

2.3.9. В охватывающих конусных конструкциях припой используют в виде проволоки, располагаемой по периметру шва свободно или в технологической канавке, выточенной в металлической манжете. Ширина канавки должна быть равна диаметру припоя, а глубина - на 0,1 мм больше.

2.3.10. Охватывающие конусные конструкции применяются при изготовлении токовых вводов, оболочек приборов, выводов энергии и пр.

2.4. Штырьковая конструкция

2.4.1. Штырьковая конструкция представляет собой соединение, в котором керамическая деталь охватывает по цилиндрической поверхности металлическую деталь с малым диаметром (штырь).

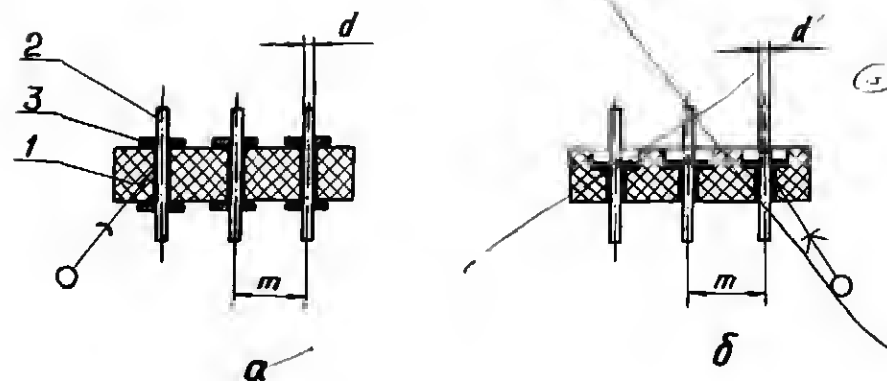
2.4.2. В штырьковых конструкциях несогласованность теплового расширения керамики и металла частично компенсируется малым диаметром штыря.

2.4.3. Типовые штырьковые конструкции приведены на черт.4. Конструктивные размеры штырьковых соединений выбираются по табл.5.

2.4.4. В штырьковой конструкции, показанной на черт.4,а, припой используется в виде проволоки, располагаемой в контакте с титановой шайбой. В конструкции, показанной на черт.4,б, роль припоя выполняет глазурь, помещаемая в углубление керамической детали.

Примечание. В конструкции, показанной на черт.4,б, указывается шайба с

Типовые штырьковые конструкции
металлокерамических соединений



а - конструкция с титановыми шайбами; б - конструкция с использованием глазури

1 - керамическая деталь; 2 - штырь; 3 - титановая шайба

Черт. 4

2.4.5. Штырьковые конструкции применяются при изготовлении ножек электровакuumных приборов, много-электродных токовых вводов и пр.

Т а б л и ц а 5

Размеры конструктивных элементов
штырьковых соединений,
мм

Материал штыря	Диаметр штыря, <i>d</i>	Диаметр отверстия под штырь	Диаметр титановой шайбы		Толщина титановой шайбы	Расстояние между штыря- ми, <i>l</i> , не менее	Способ соединения
			наруж- ный	внут- ренний			
Сплав 29НК, молибден МК	0,85	0,70	2,5	0,70	0,3	5	Актив- ная пай- ка через титановые шайбы
	0,80	0,85	2,5	0,85	0,3		
	1,50	1,55	3,5	1,55	0,3		
	2,00	2,05	6,0	2,05	0,3		
	3,00	3,05	8,0	3,05	0,3		
Молиб- ден МК	0,50	0,60	-	-	-	1,0	Пайка глазурью
	0,80	0,90	-	-	-	1,0	
	1,00	1,10	-	-	-	2,0	
Сплав 29НК	0,40	0,45	1,4	0,45	0,1	25	Активная пайка через титановые шайбы
	0,60	0,65	1,6	0,65	0,1	5	

П р и л о ж е н и е 1

СОЧЕТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Материалы для изготовления металлокерамических соединений должны выби-
раться на основании технических требований к изделию и физико-механических
свойств соединяемых металла и керамики. Сочетания материалов и температу-
ростойкость получаемых соединений приводятся в таблице:

Керамика	Металл	Припой	Способ изготовления	Рабочая темпера- тура со- единения, °C	Максималь- ная темпе- ратура на- грева сое- динения, °C
Корунд. БК 44-1 БК 100-1 БК 100-2 ежедневная +22ХС, М-1, А-9957	Титан BT1-0	Торцевые конструкции НСр 72 Мель НМГР 0510-1-4-1 Никель	Активная пайка	500 700 700 700	750 800 800 850
	Мель МО6	ПСр 72 НЭЛМЭТВ	Пайка метал- лизированной керамики	500 800	750 800

БК 100-2
БК 100-1

Продолжение

Керамика	Металл	Примой	Способ изготовления	Рабочая температура соединения, °C	Максимальная температура нагрева соединения, °C
	Сплав 29НК	ПСр 72 плюс * титан	Активная пайка	500	750
		ПСр 72	Пайка металлизированной керамики	500	750
		<i>Мель</i> ПМГрОБ 10-1-0,1	Активная пайка	<i>900</i> 900	<i>1000</i> 900
		плюс * титан			
		ПМГрОБ 10-1-0,1	Пайка металлизированной керамики	800	900

Керамика	Металл	Примой	Способ изготовления	Рабочая температура соединения, °C	Максимальная температура нагрева соединения, °C
Форстери- товы (ДФ-Н) (185-11-1)	Сплав 38НКД	ПСр 72 Никель	Активная пайка	800	1000
Алюмо- оксидная (22ХС- М-7, А-995) <i>Корунд 185-11-1</i> <i>ВК 94-1</i> <i>ВК 100-2</i> <i>ВК 100-1</i>	Титан ВТ1-0	ПСр 72 Никель	Активная пайка	500 700	750 950
	Титан ВТ1-0	ПСр 72 Никель	Активная пайка	500	750
	Мель МОБ	ПСр 72 НЭМЭВ ПМГрОБ 10-1-0,1 плюс титан	Пайка металлизированной керамики	500	750
		ПМГрОБ 10-1-0,1 Никель	Активная пайка	700	950
		ПСр 72 плюс титан	Активная пайка	500	750
		ПМГрОБ 10-1-0,1	Активная пайка	900	1000

* Титан в виде шайбы.
** Титан в виде жесткой втулки.

Продолжение

Керамика	Металл	Припой	Способ изготовления	Рабочая температура соединения, °C	Максимальная температура нагрева соединения, °C
	Сталь 20Х13Н10Т 20Х13Н10Т7	ПСр 72	Пайка металлизированной керамики	400	500
		ПСр 72 * плюс титан	Активная пайка	500	750
	Сплавы 29НК, 47НД, 38НКД	ПСр 72 <i>Мерс</i> плюс титан ПрМНЖЖКТ -5-0,1-0,1-22	Пайка металлизированной керамики Активная пайка То же	500 <i>900</i> 500 900	750 <i>1000</i> 750 1000

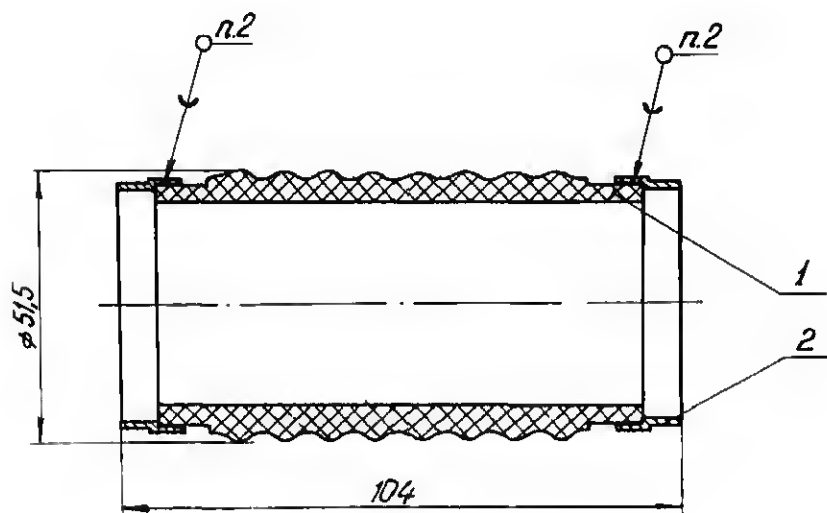
Алюминий (29ХС, М-7, А-995) Корундовая 18С 94-1, ВК 100-2, ВК 100-2	Молибден МК	Вспарываемые конструкции	Рабочая температура соединения, °C	Максимальная температура нагрева соединения, °C
	ПСр72 плюс титан ^в Р-4000-18-22 Р-4000-СХ-27	Активная пайка Пайка металлизированной керамики	500 600 1000	750 800 1000
	Сплав 29НК	ПСр72 плюс титан ^в MeAL плюс титан ^в	500 650	750 800
	Сплав 29НК	ПСр72 плюс титан ^в	500	750

в титан в виде пайки

Примечание. Из корундовых материалов для пайки с пред-
варительной металлизацией предпочтительно применять керами-
ку ВК 94-1. Для активной пайки одинаково пригодны все мар-
ки корундовой керамики. Керамика ВК 100-2 рекомендуется для
ответственных изделий, работающих при высоких температурах.

Для пайки с предварительной металлизацией предпочтительно применять ке-
рамику М-7 и 22ХС. Для активной пайки одинаково пригодны все марки алюми-
нооксидной керамики. Керамика А-995 рекомендуется для ответственных изделий,
работающих при высоких температурах.

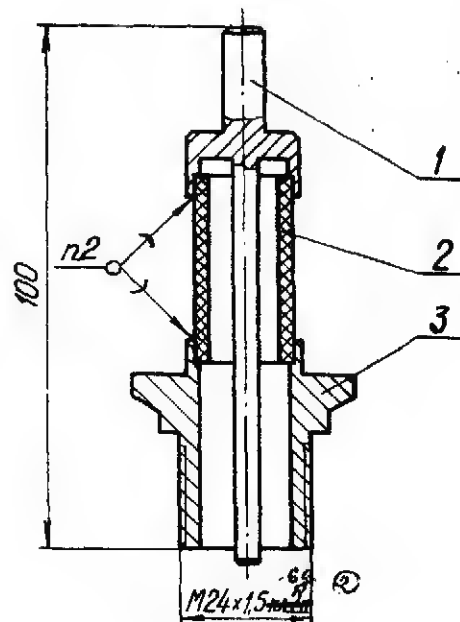
Пайка металлизированной керамики
(охватывающая цилиндрическая конструкция)



1. Размеры для справок.
2. Соединение выполнить пайкой металлизированной керамики припоем ММН-05 ГОСТ ~~13339-67~~ 2112-79

1 - керамический изолятор; 2 - металлическая манжета

Активная пайка
(охватывающая цилиндрическая конструкция)

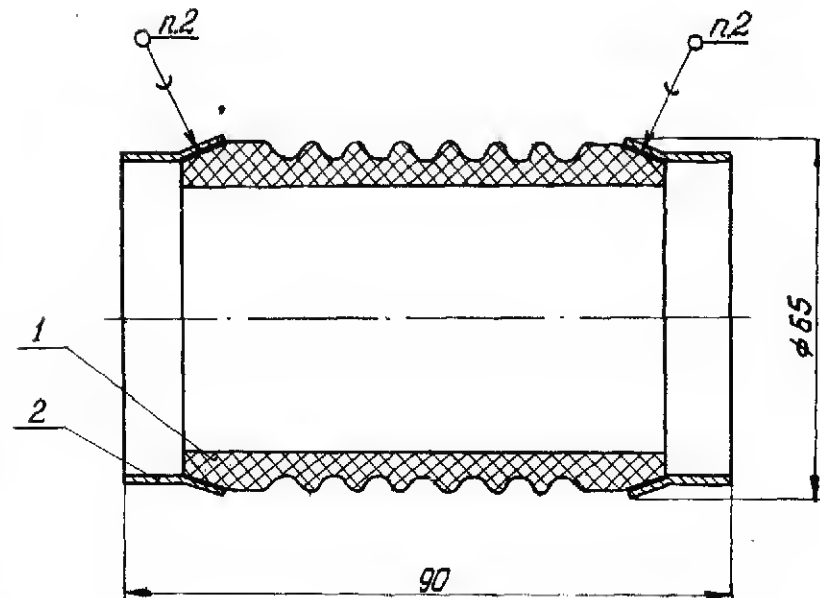


1. Размеры для справок.
2. Соединение выполнить активной пайкой припоем ПСр 72 ГОСТ 8490-55, 15.446-74

1, 3 - титановая манжета; 2 - керамический изолятор

Черт. 3

Пайка металлизированной керамики
(охватывающая конусная конструкция)



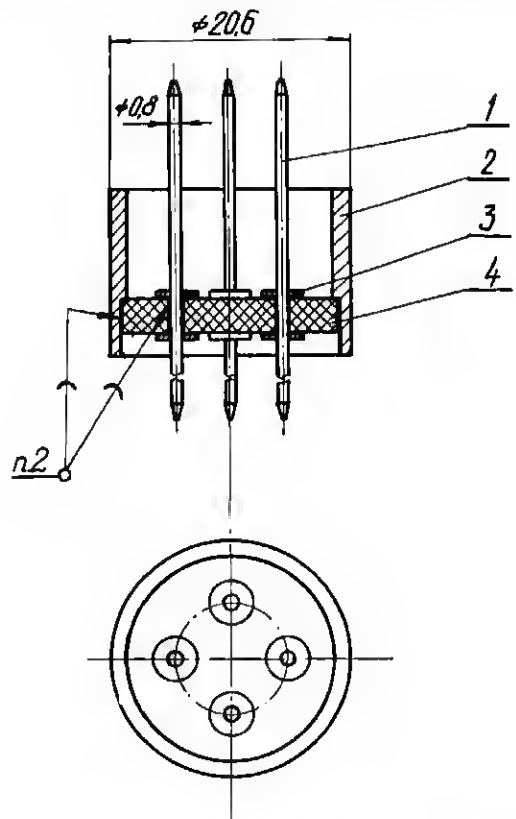
1. Размеры для справок.
2. Соединение выполнить пайкой металлизированной керамики припоем ММ-МОВ ГОСТ 13339-67, 21.12-79

1 - керамический изолятор; 2 - металлическая манжета

Черт.4

Активная пайка

(штырьковая и охватывающая цилиндрическая конструкции)



1. Размеры для справок.
2. Соединение выполнить активной пайкой
припоём ПСр 72 ГОСТ ~~8190-56~~ 19746-74. (2)

1 - штырь из сплава 29НК; 2 - титановая манжета; 3 - титановая шайба; 4 - керамический изолятор

Черт. 5

Приложение 3

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Наименование	ГОСТ или ТУ
Металлы	
Ленты из бескислородной меди для электровакуумной промышленности марки МОБ	ГОСТ 15471-76 (77) (2)
Ленты из прецизионных сплавов с заданным коэффициентом теплового расширения марок 29НК, 38НКД, 47НД	ГОСТ 14080-88 (78) (2)
Листы из титанового сплава марки BT1-0	ГОСТ 12178-76 (76) (2) ГОСТ 100042-71
Проволока молибденовая марки МК	ГОСТ 18505-73 (73) (2) ТУ № 48-8-47-67
Проволока из прецизионных сплавов с заданным коэффициентом теплового расширения марок 29НК, 38НКД, 47НД	ГОСТ 14081-88 (78) (2)
Прутки из бескислородной меди для электровакуумной промышленности марки МБ-МОБ	ГОСТ 10988-84 (75) (2)
Прутки из прецизионных сплавов с заданным коэффициентом теплового расширения марок 29НК, 47НД, 38НКД	ГОСТ 14082-88 (78) (2)
Прутки из прецизионного сплава марки 38НКД	ЧМТУ 782-02

Продолжение

Наименование	ГОСТ или ТУ
Прутки из жаропрочной стали марки X18H10T <i>12X18H10T</i> (2)	ГОСТ 10500-89 <i>5949-75</i> (2)
Прутки пресованные <i>литые</i> из титана нового сплава марки BT1-0	ГОСТ 15017-75 <i>АМТУ 487-2А-88</i> ГОСТ 26492-85
Керамика	
Алюмооксидный керамический материал марки A-995 <i>Жеральде вакуумистол</i> (3)	ТС0.027.023-ТУ
Материалы керамические для электровакуумной промышленности марок М-7, 22ХЕ ЛФ-П <i>ВК 94-1, ВК 100-2, ВК 52.42-1, ВК 100-1</i> (3)	ТС0.027.002-ТУ <i>ТУ 11-78 АХ0.027.002 ТУ</i>
Припой	
Ленты из бескислородной меди для электровакуумной промышленности марки МОБ	ГОСТ 15471-70 <i>77</i> (2)
Ленты никелевые и из кремне-того никеля <i>из никеля</i> марки НП2 (3)	ГОСТ 2170-82 <i>7.3</i> (2)
Полосы припоя марки ПрМНЖКТ 5-0,1-0,1-22 <i>медная</i> (3)	ТУ 48-21/ОП-11-72
Проволока круглая из вакуумной и бескислородной меди марок МОБ и МВ <i>электровакуумная</i> марки ММ	ГОСТ 13330-67 <i>2112-79</i>
Проволока из никеля вакуумной плавки для электровакуумной промышленности марки НП2 НН1 (2)	ГОСТ 10080-84 <i>2175-75</i> (2)
Припой марок германиевый <i>марок ПМГр 0Б 10-1-0,1</i> (2)	ТУ 48-21-628 <i>79</i>

Продолжение

Наименование	ГОСТ или ТУ
Прессовки из серебра ого припоя <i>Припой серебряный</i> марки ПСр 72 (2)	ГОСТ 8180-58 <i>19746-74</i> (2)
Фольга и проволока из вакуум-плавного припоя <i>ПЗлМ37В</i> ТУ 3.14.3.5В	ТУ 07-12-67 <i>5445-1-320-74</i>
Глазури	
Глазурь БВ-22	ТС0.027.024-ТУ
Глазурь СК-27	ТС0.027.024-ТУ
Припаяние из вакуумной плавки <i>из вакуумной плавки</i> ТУ 3.14.3.5В	5445-1-330-75

Приложение 4

Посадки для изготовления
охватывающих цилиндрических конструкций

Диаметр спая, мм	Металлы (сплавы), соединяемые окисной керамикой					
	Тит. ВТ1-0	Лав. НУ	Сплав ЗВНКД	Сплав А7НД	Мет. МСБ	Сталь ХНДТ
От 6 до 10	Н9-Н8 (А ₃ -С ₃)	Н9-Н8 (А ₃ -С ₃)	Н9-Н8 (А ₃ -С ₃)	Н9-Н8 (А ₃ -С ₃)	Н9-Н8 (А ₃ -С ₃)	Н9-Н8 (А ₃ -С ₃)
Св. 10 " 18	Н9-Н8 (А ₃ -С ₃)	Н9-Н8 (А ₃ -С ₃)	Н9-Н8 (А ₃ -С ₃)	Н7-Н6 (А-С)	Н7-Н6 (А-С)	-
" 18 " 30	(А-С ₃)	(А-С ₃)	(А-С ₃)	(А-С ₃)	(А-С ₃)	-
" 30 " 50	Н9-Н8 (А-С ₃)	Н9-Н8 (А-С ₃)	Н9-Н8 (А-С ₃)	Н7-Н6 (А-С ₃)	Н7-Н6 (А-С ₃)	-
" 50 " 80	Н7-Н6 (А-С)	Н7-Н6 (А-С)	Н7-Н6 (А-С)	-	-	-

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ 1
2. ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ 3
 - 2.1. Торцевая конструкция 3
 - 2.2. Охватывающая цилиндрическая конструкция 8
 - 2.3. Охватывающая конусная конструкция 14
 - 2.4. Штырьковая конструкция 16

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Сочетания материалов для изготовления металлокерамических соединений 19
2. Примеры оформления чертежа на металлокерамические соединения 24
3. Перечень материалов для изготовления металлокерамических соединений 29
4. Посадки для изготовления охватывающих цилиндрических конструкций 32

Примечания: 1. Таблица составлена для условий единичного и мелкосерийного производства. Для крупносерийного производства допускаются детали всех размеров изготавливать по третьему классу точности с последующим селективным подбором.

2. Посадки Н7-Н6 и Н9-Н8 применять по ОСТ4 ГО.010.033.
2. (Посадки второго класса точности должны быть выполнены по ОСТ 1012, а посадки третьего класса - по ОСТ 1013.)

3. Приведенные в скобках обозначения материалов являются условными для удобства